



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН  
ТАДЖИКСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

имени академика М.С. Осими

734042, Душанбе, просп. академиков Раджабовых, 10, Тел.: (+992 37) 221-35-11, Факс: (+992 37) 221-71-35,  
E-mail: [rector.ttu@mail.ru](mailto:rector.ttu@mail.ru), Web: [www.ttu.tj](http://www.ttu.tj)

от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2025 г. № \_\_\_\_\_

**«УТВЕРЖДАЮ»**



Ректор Таджикского технического  
университета им. акад. М.С. Осими,  
д.э.н., профессор

\_\_\_\_\_ Давлатзода К.К.

«01» \_\_\_\_\_ 2025 г.

**ОТЗЫВ**

ведущей организации на диссертационную работу Давлатова Абдурахмона Сайрахмоновича на тему: «Физико-химические и технологические основы получения борных продуктов из боросиликатных руд месторождения Ак-Архар Таджикистана», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.17.00 – Химическая технология (05.17.01 – Технология неорганических веществ)

***Актуальность работы***

В условиях растущей потребности промышленности в борсодержащих соединениях, используемых в производстве стекла, керамики, ферросплавов, катализаторов и удобрений особое значение приобретает разработка эффективных технологий переработки местных видов сырья. Боросиликатные руды месторождения Ак-Архар Таджикистана

представляют собой ценный минеральный ресурс, однако их промышленная переработка до настоящего времени оставалась недостаточно изученной.

Диссертация Давлатова А.С. посвящена решению важной научно-технической задачи – разработки физико-химических и технологических основ получения борных продуктов из данного сырья, что имеет высокую актуальность для химической промышленности республики и сопредельных стран.

**Основное содержание работы, новизна исследования и полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.**

Диссертационная работа включает: введение, три главы, раздел обсуждения результатов, выводы и список литературы, состоящий из 189 источников. Общий объём рукописи составляет 154 страницы компьютерного набора и содержит 43 иллюстрации и 23 таблицы.

*Во введении* обоснована актуальность выбранной темы, сформулированы цель и задачи исследования, а также раскрыта её научная новизна и практическая значимость.

*Первая глава* посвящена аналитическому обзору литературы, в котором рассматриваются характеристики и свойства борных минералов, существующие методы переработки борсодержащего сырья и технологии извлечения ценных компонентов. На основе проведённого анализа определены направления и задачи собственных исследований автора.

*Во второй главе* изложены методики физико-химических исследований, приведены данные о химическом и минералогическом составе боросиликатных руд, а также рассмотрены структурные изменения, происходящие в них при термическом воздействии с использованием дериватографического метода. Кроме того, представлены результаты термодинамической оценки процессов разложения боросиликатного сырья различными кислотными и спекательными методами.

*Третья глава* посвящена исследованию процессов выделения борной кислоты из природных рассолов с применением органических экстрагирующих реагентов. В этом разделе также приведены результаты кислотного и спекательного разложения боросиликатных руд, предложены базовые технологические схемы переработки с использованием гидродифторида аммония и выполнена сравнительная оценка эффективности спекательных методов с различными реагентами.

### ***Научная новизна***

В диссертационной работе получены следующие новые научные результаты:

- проведено комплексное исследование минерального и химического состава боросиликатных руд Ак-Архарского месторождения;
- впервые изучены термодинамические характеристики реакций взаимодействия минералов руды с фосфорной кислотой и рядом органических реагентов;
- выявлены закономерности кинетики разложения боросодержащих минералов, установлены оптимальные условия процессов;
- предложена принципиальная технологическая схема получения борной кислоты, метабората натрия и борного спирта с использованием фосфорной кислоты и органических экстрагентов.

Полученные результаты существенно расширяют представления о переработке боросодержащего сырья фосфорнокислотным методом и вносят вклад в развитие технологии неорганических веществ.

### ***Практическая значимость***

На основе проведённых исследований разработаны технологические параметры переработки руды, позволяющие получать борные продукты с высоким выходом. Предложенные автором подходы обеспечивают возможность вовлечения в переработку отечественных боросиликатных руд, что способствует снижению импортозависимости и повышению эффективности использования минерально-сырьевой базы Таджикистана.

Результаты работы могут быть использованы в химической промышленности при организации опытно-промышленных производств борной кислоты и её производных, а также при совершенствовании существующих технологических схем переработки аналогичных видов сырья.

### ***Теоретическая и методическая ценность***

Диссертация характеризуется высоким уровнем теоретической проработки. Автором применены современные методы физико-химического анализа: рентгенофазовый анализ, дифференциально-термический анализ, атомно-абсорбционная спектроскопия, пламенная фотометрия.

Термодинамические расчёты, сопоставленные с экспериментальными данными, позволили достоверно обосновать оптимальные параметры процессов. Методические подходы, изложенные в работе, могут быть использованы при дальнейших исследованиях в области переработки комплексных алюмо- и боросиликатных руд.

### ***Достоверность диссертационных результатов.***

Полученные результаты подтверждаются проведением серии экспериментальных исследований с использованием химических методов анализа нескольких образцов борсодержащего сырья. Обработка полученных экспериментальных данных осуществлялась с применением современных компьютерных программ, что позволило повысить точность вычислений, обеспечить систематизацию информации и проводить статистическую обработку результатов для оценки воспроизводимости и достоверности экспериментов.

***Личный вклад соискателя*** заключается в постановке и формулировании исследовательских задач, систематизации и глубоком анализе литературных источников по теме диссертационной работы, выборе оптимальных методов и подходов для решения поставленных задач, а также в проведении экспериментальных исследований с использованием современных аналитических методов. Соискатель также осуществлял

обработку и интерпретацию полученных экспериментальных данных с применением компьютерных программ, обеспечивая их систематизацию, статистическую оценку точности и надёжности результатов, что позволило сделать обоснованные выводы и рекомендации по совершенствованию технологий переработки борсодержащего сырья.

*Соответствие диссертации специальности и отрасли науки, по которым она представляется к защите*

Диссертация полностью соответствует паспорту специальности 05.17.01 – Технология неорганических веществ по следующим направлениям:

1. Производственные процессы получения неорганических продуктов – включая соли, кислоты, щелочи, минеральные удобрения, изотопы, высокочистые неорганические продукты, катализаторы и сорбенты. В работе рассматривается получение борной кислоты, фторида кальция, тетрафторобората аммония, гексафторосиликата аммония и борного спирта из борсодержащих сырьевых источников.

2. Технологические процессы изменения состава, состояния и свойств сырья – охватывающие химические, физические и механические методы обработки. В диссертации исследуются процессы измельчения и термической обработки боросиликатного сырья, направленные на повышение выхода целевых продуктов.

3. Методы защиты окружающей среды – включая снижение выбросов, утилизацию и обезвреживание отходов производства неорганических веществ. В работе применяются малоотходные технологии переработки сырья, что соответствует современным требованиям экологической безопасности.

4. Методы проектирования и управления технологическими процессами – включающие расчёт термодинамических характеристик кислотного разложения боросиликатного сырья и определение энергии активации процессов. Эти исследования позволяют выявить кинетические

параметры, влияющие на эффективность технологических операций и качество конечной продукции.

**Публикации и патенты.** По результатам исследований опубликовано 17 работ, из них 7 статей в рецензируемых журналах ВАК РФ, и 9 – в материалах конференций различного уровня. Получен 1 патент РФ.

***Соответствие автореферата содержанию диссертации.***

В автореферате диссертации изложены основные положения и выводы, показан вклад автора в проведенное исследование, степень новизны и практическая значимость результатов исследования, обсуждены полученные данные. Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации.

Судя по научным выводам диссертации, опубликованным научным трудам следует отметить, что научная квалификация Давлатова А.С. соответствует ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.01. - Технология неорганических веществ.

***Замечания по диссертационной работе***

В процессе ознакомления с текстом диссертации и автореферата были выявлены отдельные замечания, носящие в основном уточняющий и рекомендательный характер:

1. Литературный обзор (глава1) выполнен полно, однако основное внимание уделено источникам, опубликованным до 2015 года. Современные исследования и новые технологические подходы в области переработки борсодержащего сырья отражены недостаточно, что снижает актуальность обзора. Рекомендуется дополнить его публикациями последних лет.
2. В разделе 2.1 недостаточно подробно описаны экспериментальные условия: не указаны количества повторов, методы контроля погрешности, используемое оборудование и его калибровка.
3. В главе 2 допущены неточности: в таблице 2.2 реакция ошибочно обозначена как (1.14) вместо(1.14), а также в табл. 2.1 и 2.2 приведены значения  $\Delta H^0$  и  $S^0$  без указания источников. Необходимо исправить

- опечатки и уточнить происхождение исходных термодинамических величин для обеспечения корректности расчётов.
4. В диссертации приведены расчёты кинетических параметров разложения ( $E_a = 22,75$  кДж/моль при методе «царской водки»), однако не уточнены методики определения энергии активации, порядок реакции и способ обработки данных. Кроме того, низкое значение  $E_a$  интерпретируются как диффузионный механизм, это согласуется с литературой, но требовало бы ссылки на аналогичные данные или дополнительные обоснования.
  5. В ряде таблиц и рисунков имеются технические недочёты: в табл. 3.4 слово «Величины» напечатано с опечаткой, числовые значения оформлены неравномерно; в подписях к рис. 4.1–4.3 отсутствуют единицы измерения и пояснения к обозначениям кривых. Следует устранить опечатки и уточнить оформление таблиц и графиков для повышения наглядности и корректности представления данных.

Несмотря на указанные замечания, которые носят частный характер и могут быть учтены в последующих публикациях автора, диссертационная работа отличается высокой степенью научной обоснованности, актуальностью, экспериментальной и прикладной значимостью.

Представленное исследование является завершённой научно-квалификационной работой, соответствующей требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям и свидетельствует о способности соискателя к самостоятельному научному поиску и решению прикладных задач в области технологии неорганических веществ.

#### ***Соответствие диссертации требованиям***

Диссертационная работа Давлатова Абдурахмона Сайрахмоновича представляет собой завершённое научно-квалификационное исследование, в котором решена актуальная задача разработки физико-химических и технологических основ переработки боросиликатного сырья месторождения Ак-Архар с целью получения борных продуктов.

Содержание работы соответствует паспорту специальности 05.17.01 – Технология неорганических веществ, в ней содержатся новые научные и практические результаты, имеющие существенное значение для химической технологии.

По своей актуальности, научной новизне, практической ценности и уровню выполненных исследований диссертация соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения учёных степеней» и заслуживает присуждения Давлатову Абдурахмону Сайрахмоновичу учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.17.01 – Технология неорганических веществ.

Отзыв обсуждён и единогласно одобрен на расширенном заседании кафедры «Общая и неорганическая химия» (Протокол №1 от 26.08.2025 г).

Председатель: заведующая кафедрой «Общая и неорганическая химия», к.х.н., доцент

Исломова М.С.

Эксперт: к.х.н., доцент кафедры «Общей и неорганической химии» Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими

Зоиров Х.А.

Секретарь заседания, кафедры «Общая и неорганическая химия» Таджикского технического университета им. акад. М.С. Осими, к.х.н.

Рузматова Г.К.

Адрес: 734042, г. Душанбе, проспект академиков Раджабовых, 10. Тел: +992(372)21-35-11.,  
E-mail.: [info@ttu.tj](mailto:info@ttu.tj), [ttu@ttu.tj](mailto:ttu@ttu.tj)

Подписи к.х.н., доцента М.С. Исломовой и к.х.н. Зоирова Х.А.

Начальник отдела кадров  
специальных работ  
им. академика М.С. Осими



заверяю:

Кодирзода Н.Х.

« 01 » 09 2025